



BOLETÍN ELECTRÓNICO INFORMATIVO SOBRE PRODUCTOS Y RESIDUOS QUÍMICOS

Año 5 N° 55, Noviembre, 2009

Editor: Ing. Jorge Eduardo Loayza Pérez MSc.
FQIQ. UNMSM. Lima. Perú

El **Boletín Electrónico Informativo sobre Productos y Residuos Químicos** se publica mensualmente para proporcionar a los lectores una visión integral y actualizada sobre el manejo racional de productos y residuos químicos, con la finalidad de proteger la salud y el ambiente.

NOTA DEL EDITOR

El artículo que se presenta fue publicado inicialmente en la Revista Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) N° 52 (junio de 1999), cuyos planteamientos siguen vigentes. En este número se presenta la novena parte.

RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN ALIMENTOS

Por: Raimon Guitart (*)

El avance espectacular de las técnicas de análisis químicos permite, en la actualidad, detectar en los alimentos y en las bebidas concentraciones realmente minúsculas de plaguicidas o de sus productos de degradación. Descubrir estos residuos no siempre entraña riesgo toxicológico, simplemente indica que han sido empleados en algún momento de su producción, o que son contaminantes ubicuos de aguas, tierras o aire, y, en consecuencia, de plantas y animales.

Los expertos fijan unos máximos permitidos para estos residuos en los alimentos que garantizan, dentro de unos límites razonables, su inocuidad para el consumidor. La incorporación de conceptos como las correctas prácticas agrícolas o la gestión integrada de plagas ha permitido obtener resultados de producción similares sin tanta dependencia de los plaguicidas, mientras que el éxito de la agricultura y ganadería ecológicas ha demostrado que se puede prescindir casi totalmente de ellos.

Si resulta posible hallar residuos de plaguicidas en los alimentos es porque los mismos se utilizan o se utilizaron en otros tiempos y, también, porque disponemos de técnicas muy sensibles que permiten descubrirlos. Un plaguicida, o pesticida, es un producto químico empleado para combatir los agentes que constituyen las plagas, que pueden afectar a la salud humana y atacar recursos como la agricultura o la ganadería. Son productos tóxicos básicamente diseñados para matar, y ello justifica que muchas personas no vean con buenos ojos ingerir este tipo de restos con la comida.

(Continúa en la página 2)

EL MITO DEL MANEJO SEGURO DE PLAGUICIDAS EN PAÍSES EN DESARROLLO - Novena Parte - Por: Jaime García (Costa Rica)

Es importante comprender que el empleo de plaguicidas conduce, inevitablemente, a una dependencia del producto y la contaminación del ambiente, cuya magnitud e impacto dependerán de las circunstancias dadas.

FACTORES CONDICIONANTES (CONTINUACIÓN)

x) **Por lo general, los cursos en manejo de plaguicidas hacen énfasis en las prácticas de manejo de estos productos, sin mencionar los posibles efectos sobre la salud de los usuarios, los consumidores y el ambiente, a mediano y largo plazo, o solo se mencionan estos de una manera muy somera** (Antle y Capalbo 1994).

En ocasiones se utilizan materiales didácticos que no corresponden a la realidad de los educandos. Además, se carece de seguimiento y continuidad en las campañas de capacitación.



Foto 1 Fumigando cultivos de arroz. Los cursos de manejo de plaguicidas no sólo deben incidir en la correcta aplicación de los mismos, sino también en los peligros y riesgos al cual están sometidos los trabajadores. (Fuente: <http://images.google.org.pe>)

y) **La limitación de la oferta de estos productos, y la disponibilidad en el lugar donde se adquieren (Knirsch 1993). La falta de un producto químico específico hace que el usuario termine comprando el que recomienda el expendedor.**

No obstante, a pesar de que en algunos países los dependientes de los expendios deben tener una licencia, lo cierto es que los conocimientos de éstos, en muchos casos, se limitan a la información de la etiqueta o la dada por los agentes vendedores de estos productos.

(Continúa en la página 2)

Sin embargo, el riesgo es mínimo, aunque no nulo. Generalmente, un plaguicida pensado para acabar con un hongo suele ser bastante selectivo y, a dosis bajas, difícilmente producirá algún tipo de efecto evidenciable en un ser humano. El principal problema es que, a través de nuestra dieta, no nos exponemos sólo a ese agente sino a cincuenta o cien más empleados para combatir malas hierbas, insectos o ácaros. Todos a pequeñas dosis, eso sí, pero que pueden producir efectos de adición o de sinergia entre ellos que hagan que ya no sea tan claro que no vayan a producir algún tipo de efecto adverso para la salud. En fin, que una pizca de una especia picante puede no echar a perder una ensalada, pero una pizca de cincuenta de ellas diferentes puede tornarla fácilmente incomedible.



Foto 2 Para mantener la calidad estética de las frutas se utilizan plaguicidas (Fuente: <http://images.google.org.pe>)

Además, no todos los humanos reaccionamos igual frente a los tóxicos. Hay o se pueden producir diferencias por edad o sexo, entre otros. Pero también entre individuos aparentemente iguales. Peor que eso, la valoración del riesgo que supone exponernos a pequeñas pero repetidas dosis de productos químicos muy activos debe incluir no sólo los efectos más o menos inmediatos, sino también los de más a largo plazo. Y, entre ellos, especialmente, los de carcinogénesis.



Foto 3 Las legumbres de exportación son las más controladas (Fuente: www.unl.edu.ar)

(*) Profesor Titular de Toxicología, Universitat Autònoma de Barcelona (Fuente: <http://quiro.uab.es/tox>)

z) Exigencias excesivas de los mercados en cuanto a la calidad estética de los productos agrícolas.

Esto obliga a los productores a tratar de lograr agrosistemas asépticos mediante el uso de plaguicidas para obtener productos destinados a la exportación. En los países en desarrollo este sector es el principal consumidor de plaguicidas (García 1997).

Además si se contabilizaran los recursos económicos y humanos requeridos por el manejo recomendado para estos productos y los cursos de capacitación sobre un manejo seguro, se revelaría que estos son altos.



Foto 4 La eficiencia de un aplicador de plaguicidas se mide en función de la mayor área que pueda cubrir en el menor tiempo posible (Fuente: <http://images.google.org.pe>)

Esto está en contraposición con los tiempos actuales, donde el "tiempo es oro" y hay que ser lo más eficiente posible, entendiendo eficiencia como cubrir con plaguicidas la mayor área, en el menor tiempo posible y con los menores costos (no hay que olvidar que tanto los equipos de protección como las labores de mantenimiento de éstos y los equipos de aplicación implican necesariamente costos de tiempo y dinero). Esto es especialmente cierto para los aplicadores de plaguicidas en las grandes fincas, donde a menudo el salario de los mismos depende del área aplicada durante la jornada de trabajo (OIT 1994).

PERSPECTIVAS ACTUALES

Con base en lo presentado en este trabajo se considera que el manejo seguro de plaguicidas, bajo la realidad y factores expuestos, es un mito, porque en la mayoría de los casos, las condiciones en que se presenta no son susceptibles al cambio, a pesar de los cursos de capacitación que se ofrezcan y los recursos que se inviertan.

La palabra seguro, utilizada repetida y ampliamente en las actividades de capacitación sobre manejo de plaguicidas, ofrece una sensación de falsa seguridad a los educandos porque no existe un manejo seguro como tal, sino un manejo recomendado que intenta disminuir, pero que no llega a eliminar, los riesgos asociados con la manipulación de estos productos.

(Continuará en el Boletín N° 56)

Sobre el autor: Jaime García es Doctor en Ciencias Agrarias (Dr.sc.agr.). Actualmente trabaja en el Centro de Educación Ambiental de la Universidad Estatal a Distancia y Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

El lector puede contactarse directamente con el autor en los teléfonos: (00506) 2527-2645, 2224-6849 o al correo electrónico: biodiversidadcr@gmail.com

TOXICIDAD DEL CIANURO Y COMPUESTOS RELACIONADOS

1. GENERALIDADES

Un tóxico es un agente químico, físico o bacteriológico que actúa sobre un organismo viviente produciéndole un efecto indeseable o dañino. La medición del nivel de toxicidad depende del organismo afectado, la dosis y forma del tóxico.

La toxicidad del cianuro en residuos industriales esta relacionada con su forma y concentración. Varias formas de cianuro están también presentes en los desechos sólidos. Como regla general la toxicidad esta relacionada con la facilidad del compuesto a disociarse y liberar cianuro libre, es decir, dependerá de la estabilidad del compuesto.

De acuerdo a estudios relativos al tema, las formas toxicológicas más significativas son el cianuro libre (CN⁻ y HCN) y los compuestos disociables en ácido débil o compuestos WAD: la toxicidad de los complejos cianuro-metal esta atribuida a la concentración del cianuro libre que se encuentra en equilibrio con el complejo metálico.

La toxicidad del cianuro libre y los complejos metalogénicos pueden manifestarse en forma aguda o crónica. La toxicidad aguda esta normalmente asociada con los efectos letales inmediatos observados en organismos expuestos a concentraciones elevadas de un compuesto particular. El periodo de toxicidad aguda varía desde unos pocos minutos hasta algunos días.

Un término tradicional para medir la toxicidad es el LC₅₀, que indica la concentración letal de tóxico que causa la muerte al 50% de una población de organismos en un lapso específico de tiempo. El tiempo usual es de 96 horas.

2. FACTORES QUE AFECTAN LA TOXICIDAD

En adición a la concentración de cianuro total en una solución, otros factores asociados con la química del sistema receptor afectan la toxicidad del cianuro y sus complejos metálicos.

En general, la toxicidad crece a medida que se incrementa la temperatura, pero nuevamente, este factor es dependiente del organismo afectado.

Otro factor importante es el pH del agua descargada y del sistema receptor. A un pH menor a 8, cerca del 95% del cianuro libre presente esta en forma de HCN. La toxicidad del anión cianuro libre es 0,4 veces que la de su similar ácido.

(Continúa en la Página 4)

MÉTODO ACOPLADO FÍSICOQUÍMICO Y BIOLÓGICO PARA LA DEGRADACIÓN DE CIANURO EN GALVANOPLASTIA

Por: E. Gil Pavas y C. Giraldo Estrada
(Universidad EAFIT, Medellín, Colombia)

(Publicado en la Revista Ingeniería Química N° 463 Año XL Octubre 2008
Páginas 156-163)¹

1. Aspectos generales

El cianuro (CN⁻) es una sustancia persistente altamente tóxica que contiene carbono y nitrógeno unidos por un enlace triple; es capaz de reaccionar con facilidad e incluso en muy bajas concentraciones, con metales pesados y puede absorberse por los tejidos con facilidad, aunque en medios aerobios puede oxidarse a ión cianato (OCN⁻) que es 1000 veces menos tóxico. En la industria de galvanoplastia, el cianuro es empleado en altas concentraciones en el proceso electrolítico con el fin de recubrir metálicamente las piezas y así disminuir la posibilidad de oxidación. A medida que el proceso de galvanoplastia transcurre, la concentración de cianuro disminuye, cumpliendo su función en el proceso; finalmente es desechado y su concentración en el efluente final es considerada tóxica para el medio ambiente (aproximadamente 400 mg/L). Esta sustancia está altamente regulada en las descargas al ambiente, según el Decreto 1594, en la Resolución N° 1074 del 28 de octubre de 1997 (en Colombia), por la que se establecen estándares ambientales en materia de vertidos y en donde se resuelve que todo vertido de la red de alcantarillado público a un cuerpo de agua deberá cumplir con los estándares establecidos. Para el parámetro de cianuro expresado como CN en mg/L, se establece un valor máximo de 1,0.

2. Antecedentes

Una tecnología pionera empleada en el tratamiento de aguas contaminadas con productos orgánicos resistentes a la biodegradabilidad son los procesos de oxidación avanzada (AOP). Estos se emplean como un pretratamiento que modifica la estructura de los contaminantes, que se transforman en sustancias menos nocivas y productos intermedios fácilmente biodegradables, permitiendo entonces que un procedimiento biológico complete la degradación de la carga contaminante después de un tratamiento fotocatalítico.



Foto 5 Planta de galvanoplastia

(Fuente: <http://www.vem.aero/imprensa/imagen/galvanoplastia.jpg>)

3. Fundamento del sistema de tratamiento

La fotocatalisis ha mostrado reducciones considerables en la concentración de compuestos persistentes; un ejemplo de ello es su aplicación en aguas contaminadas por cianuro. A pesar de su eficacia en el tratamiento de cianuro no lo elimina en su totalidad y su concentración final aún es considerada tóxica. Dentro de los tratamientos biotecnológicos para la disminución de sustancias tóxicas, se encuentra la biodegradación, la cual presenta gran interés debido a que puede llegar a descomponer la totalidad de las sustancias a un bajo costo. El objetivo de la investigación reportada fue hacer el acoplamiento entre los procesos fotocatalítico y biotecnológico, como alternativa para el tratamiento de aguas contaminadas con cianuro, que lleven a la degradación de trazas de este compuesto presente en una corriente de agua residual de la industria de recubrimientos metálicos, permitiendo de esta forma obtener un efluente no tóxico que pueda ser vertido al río (cuerpo de agua) y no perjudique el medio ambiente.

¹ Un ejemplar de la revista se encuentra en la Biblioteca de la Facultad de Química e Ingeniería Química de la UNMSM. (Ciudad Universitaria, Pabellón de Química). Lima. Perú.

(Continúa en la Página 4)

3. TOXICIDAD DEL CIANURO LIBRE

La toxicidad y metabolismo del cianuro libre esta bien documentada. Como se menciono anteriormente, la toxicidad del cianuro radica en la inhabilitación del tejido celular a utilizar oxígeno para funciones aeróbicas. El cianuro libre es introducido dentro de un organismo por inhalación, ingestión o por absorción a través de la piel o de las branquias en el caso de los peces.

Las concentraciones letales para mamíferos y organismos acuáticos varían de acuerdo a las especies. La dosis letal para humanos varia entre 50 a 200 mg (1-3 mg/kg), la muerte ocurre en menos de una hora. El cianuro no es acumulativo y es rápidamente metabolizado. No existe evidencia que una exposición crónica hacia el cianuro libre traiga consigo efectos cancerígenos, mutágenos o teratogénicos.

4. TOXICIDAD DE LOS COMPUESTOS METALICOS

4.1. CIANUROS COMPLEJOS DE HIERRO

Los complejos cianuro-metal con iones férrico y ferroso son en esencia no tóxicos en los niveles que presentan los efluentes de cianuración (2-40 mg/l).

El cianuro de hierro existe hasta pH bajos, pero puede ser descompuesto fotolíticamente por la luz ultravioleta, liberando cianuro libre. Pruebas conducidas en áreas poco ventiladas y en presencia de luz solar han demostrado que concentraciones tan bajas como 1 mg/L de cianuro de hierro son letales a las pocas horas. No obstante, estos experimentos no reflejan condiciones naturales realistas y no consideran la atenuación por hidrólisis, oxidación, adsorción y volatilización.

De aquí que la toxicidad de los cianuros de hierro esta relacionada con su potencial para descomponerse y liberar cianuro libre, no al compuesto en sí. No existe evidencia de acumulación de cianuro libre en efluentes debido a la descomposición del cianuro de hierro, la formación de este último es rápidamente removida en ambientes naturales por volatilización, oxidación o complejandose en un cianuro WAD menos tóxico.

Fuente:

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/>

(Continuará en el Boletín Nº 56)

4. Tratamiento experimental (a escala de laboratorio)

El proceso de degradación del cianuro presente en una corriente residual del proceso de galvanoplastia de la industria de recubrimientos metálicos se lleva a cabo de la siguiente forma:

4.1. Fotocatálisis

Para el proceso de fotocatálisis heterogénea con luz solar y artificial, se empleó un foto-reactor Cilindrico Parabólico Compuesto (CPC) a escala laboratorio con capacidad para 20 L, con una fuente de luz UV (252 nm) y una potencia de 30 W, que ilumina su interior y es reflejada por una lámina de aluminio. Posee 10 tubos de vidrio pirex, por donde se hizo circular el agua residual proveniente de la industria de recubrimientos metálicos, la cual se encuentra a una concentración de 400 ppm de cianuro.

Una vez cumplido el tiempo de degradación, el efluente que se trató mediante fotocatálisis ingresó inmediatamente al proceso de biodegradación. Esta configuración se conoce como sistema acoplado.

4.2. Biodegradación

El proceso de biodegradación se hizo en cultivo sumergido empleando erlenmeyers de 1 L, con volumen de trabajo de 300 mL. Cada uno fue inoculado con la bacteria aislada, teniendo en cuenta que la absorbancia inicial debería ser constante (0.01) con el fin de garantizar aproximadamente las mismas unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL). Los erlenmeyers se dejaron en agitación constante según el diseño de experimentos (140 y 200 rpm) y se hizo el control del pH para mantenerlo en 9.5 durante todo el proceso.

5. Conclusiones

La capacidad de degradación de la cepa nativa *Pseudomonas sp* resultó efectiva, con una degradación del 96%, para el tratamiento de aguas contaminadas con cianuro como parte del sistema biológico. Mediante el acoplamiento entre los procesos avanzados de oxidación y biodegradación fue posible alcanzar concentraciones finales de cianuro por debajo del límite establecido por la legislación nacional, obteniéndose un porcentaje de degradación del 99.86% (concentración inicial del cianuro 400 mg/L, concentración final después del tratamiento acoplado 0.56 mg/L)

El oxígeno suministrado a los microorganismos mediante la agitación del cultivo sumergido presentó una relación directa con la eficacia de degradación del contaminante y el crecimiento celular, siendo este parámetro el más significativo en el proceso, debido a que el porcentaje y la velocidad de degradación fueron mayores cuando se trabajó a velocidad de agitación de 200 rpm. Esto se explica porque el oxígeno es el aceptor de electrones en la ruta metabólica oxidante que emplea *Pseudomonas sp.* para degradar el CN⁻.



Foto 6 Foto-reactor cilíndrico parabólico compuesto (CPC)

La cinética de biodegradación del cianuro fue de primer orden, y los procesos fotocatalíticos se ajustaron al modelo de Langmuir-Hinshelwood. Al analizar la cinética de crecimiento de la biomasa se evidenció un buen ajuste de los datos a modelo de Monod, con el cual se obtuvo una correlación de 0.997.

El lector puede contactarse directamente con el Ing. Edison Gil Pavas al e-mail: egil@eafit.edu.co

EVENTOS EXPORESIDUOS 2009 III Feria y Seminario Internacional Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos

La gestión eficiente e integral de todo tipo de residuos, exige su estudio según su tipo: residenciales, comerciales, institucionales, industriales no peligrosos, peligrosos, hospitalarios, de construcción, de podas, eléctricos/ electrónicos, de barrido), y el diseño de procesos de prevención, reducción, aprovechamiento, valorización, reciclaje, tratamientos y disposición final segura, soportados en conocimiento, investigación, participación y emprendimiento que consoliden las soluciones, con claros principios de sostenibilidad. Es por ello que en la ciudad de Medellín, Colombia se realizará EXPORESIDUOS 2009 los días 2.3 y 4 de Diciembre.



Antecedentes

Las Universidades de Antioquia y de Medellín, Empresas Varias de Medellín y ACODAL realizaron en noviembre 9 de 1999, en Medellín, la Primera Feria y Seminario Internacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos, Siglo XXI, con 40 ponencias, 10 conferencistas internacionales, 120 stands comerciales y 900 participantes del seminario académico. Autoridades ambientales de Antioquia y del Valle del Cauca, conjuntamente con el Ministerio de Ambiente, realizaron en el 2007 y el 2008 el I y II Congreso de Gestión de Residuos Peligrosos (RESPEL).

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá, adquirió el compromiso de impulsar la realización de la III versión para el año 2.009 en la ciudad de Medellín. Entre 1999 y el 2009, se han dado procesos relevantes de gestión de residuos en Colombia y en todo el mundo y existen compromisos internacionales como, el Protocolo de Montreal (1987), Basilea (1992), Agenda XXI Río de Janeiro (1992), KIOTO (1997), Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM-2000), Johannesburgo (2002), que deben ser atendidos.

Informes:

exporesiduos2009@une.net.co
www.exporesiduoscolombia.com

INCINERACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES EN HORNOS DE LA INDUSTRIA DE CEMENTO (SU USO COMO COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS) – CUARTA PARTE

Por: José Luis Patiño* (Argentina)

En la actualidad se lleva a cabo una importante experiencia en la localidad de Malagueño, Provincia de Córdoba, donde se implementa un Proyecto de Uso de Materiales y Combustibles Alternativos a fin de ser utilizados en los Hornos Cementeros por parte de una de las empresas cementeras radicadas en la región. Dicha experiencia es el resultado de la planificación en conjunto de los sectores técnicos específicos tanto de la Municipalidad de Malagueño como de la Empresa CORCEMAR, la que se detalla a continuación.

COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS Y BENEFICIOS

El horno de cemento permite la destrucción de los residuos en forma segura y controlada, además de permitir el aprovechamiento de su energía térmica para el proceso de producción de clinker. Esto ha quedado demostrado por los hechos y las recomendaciones de organismos internacionales en la materia (EPA - Environmental Protection Agency- de los Estados Unidos o la BUWAL -Oficina Federal para el Medio Ambiente, Bosques y el Suelo- de Suiza).

La lista de materiales que pueden ser utilizados como combustibles alternativos es muy amplia, pero basta mencionar todos aquellos materiales que posean material orgánica como constituyentes. En el caso de los residuos sólidos urbanos, todavía no esta disponible la tecnología que nos permita utilizar en forma masiva este material como combustible alternativo, aunque se esta trabajando en la materia.

En el caso de todos aquellos plásticos que no pueden ser reciclados, la valorización como combustibles alternativos es hoy una realidad que podemos contar. Debemos dejar aclarado que en la valorización de plásticos como combustibles, queda excluido el PVC por composición química (alto contenido de cloro). También quedan excluidos los bifenilos policlorados, lacrimógenos, explosivos, pesticidas, radiactivos y patogénicos.

La Provincia de Córdoba habilito los siguientes materiales a ser utilizados: Aceite de esquisto, Lignito de bajo grado, Grafito de la industria del aluminio, Restos de carbón de madera, Aserrín con líquidos varios, Restos de la industria agrícola, Cubiertas de automotores, Restos de la industria del caucho, Cajas de baterías, Desechos domésticos clasificados, Aceites de automotores, Aceites usados en la industria, Fondo de tanque de hidrocarburos, Fondos de columna de destilación, Combustibles fuera de especificación, Barros de estaciones de servicios, Suelos contaminados con aceites de hidrocarburos, Restos de la industria química, petroquímica y petrolera, Restos de la industria de pinturas, Solventes varios, Barros de plantas de tratamiento físico-químico, Tierras de filtración, Plásticos varios (excepto PVC u órganos clorados) y Barros secos de plantas biológicas.

Los beneficios involucrados pueden ser descritos desde cuatro puntos de vista:

- Ahorro de energía.
- Mayor disponibilidad de gas natural para la sociedad, como consecuencia de la disminución de su consumo en la planta.
- Destrucción controlada y efectiva de cierto tipo de residuos.
- Disminución global de las emisiones de dióxido de carbono como consecuencia de la sustitución de los combustibles tradicionales.

Los lectores pueden comunicarse con el autor al e-mail: josluipat@hotmail.com

En el próximo número (Boletín N° 56)

El mito del manejo seguro de los plaguicidas químicos en los países en desarrollo. Perspectivas actuales (Décima parte). Tratamiento de efluentes industriales (aguas residuales). Compuestos cuaternarios de amonio.

CONSULTAS Y SUGERENCIAS

Dirigirse al Ing. Jorge Loayza (Oficina N° 222).
Facultad de Química e Ingeniería Química. Pabellón de Química.
Ciudad Universitaria. UNMSM. Lima. Perú.
Correos electrónicos: jeloayzap@yahoo.es / jloayzap@unmsm.edu.pe

**Los artículos firmados son responsabilidad de sus autores
Se autoriza la reproducción y difusión del material presentado, citando las fuentes**